

MAGNETIC HEAD SLIDER AND MAGNETIC DISK DEVICE USING THE SAME

Patent Number: JP9231538
Publication date: 1997-09-05
Inventor(s): FUJITA HIROYUKI; NAKAMURA SHIGEO; MORI KENJI
Applicant(s): HITACHI LTD

Requested Patent: ☐ JP9231538

Application Number: JP19960036583 19960223

Priority Number(s):

IPC Classification: G11B5/60 ; G11B21/02 ; G11B21/21

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance recording density of the magnetic disk device by securing an oscillatory angle so that the widthwise direction of a recording and reproducing element over the whole information recording area is approximately matched the radial direction of the magnetic disk.

SOLUTION: When the recording and reproducing element 3 is moved from a track to another track, a target speed in view of a displacement speed of the element in the track direction due to rotary motion performed by a shape memory actuator 5 is outputted by an MPU, and also control signals of individual actuators 5a and 5b are outputted to match the widthwise direction of the element 3 with the radial direction of the disk in a target track. Since an angle to be formed by a slider main body 2 and a track is decided by a position of a slider 1 on the disk, the angle of an element part 4 to main body 2 before and after moving to the target track is uniquely obtained by these control signals. The control signals are inputted to a control part for the oscillatory actuator to operate the actuators 5a and 5b, so that the widthwise direction of the element 3 is matched with the radial direction in the target track.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09231538 A**

(43) Date of publication of application: **05.09.97**

(51) Int. Cl.

G11B 5/60
G11B 21/02
G11B 21/21

(21) Application number: **08036583**

(22) Date of filing: **23.02.96**

(71) Applicant: **HITACHI LTD**

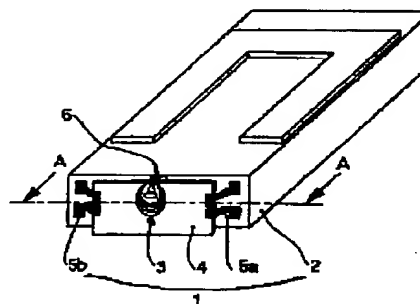
(72) Inventor: **FUJITA HIROYUKI**
NAKAMURA SHIGEO
MORI KENJI

(54) MAGNETIC HEAD SLIDER AND MAGNETIC DISK DEVICE USING THE SAME

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance recording density of the magnetic disk device by securing an oscillatory angle so that the widthwise direction of a recording and reproducing element over the whole information recording area is approximately matched the radial direction of the magnetic disk.

SOLUTION: When the recording and reproducing element 3 is moved from a track to another track, a target speed in view of a displacement speed of the element in the track direction due to rotary motion performed by a shape memory actuator 5 is outputted by an MPU, and also control signals of individual actuators 5a and 5b are outputted to match the widthwise direction of the element 3 with the radial direction of the disk in a target track. Since an angle to be formed by a slider main body 2 and a track is decided by a position of a slider 1 on the disk, the angle of an element part 4 to main body 2 before and after moving to the target track is uniquely obtained by these control signals. The control signals are inputted to a control part for the oscillatory actuator to operate the actuators 5a and 5b, so that the widthwise direction of the element 3 is matched with the radial direction in the target track.



COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-231538

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/60			G 1 1 B 5/60	Z
21/02	6 3 0		21/02	6 3 0 F
21/21	1 0 1		21/21	1 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-36583

(22) 出願日 平成8年(1996)2月23日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 藤田 博之

東京都港区六本木七丁目22番地1号

(72) 発明者 中村 滋男

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72) 発明者 森 健次

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(74) 代理人 弁理士 武 嗣次郎

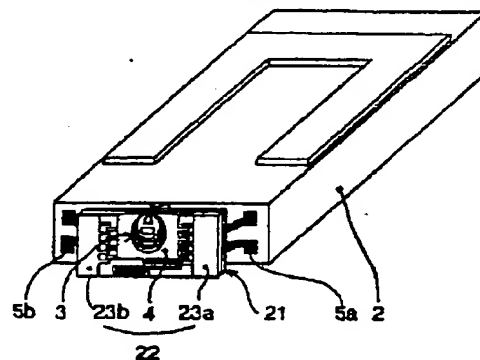
(54) 【発明の名称】 磁気ヘッドスライダ及びそれを用いた磁気ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 ヨー角による問題点を解決し、トラック方向の位置決め精度をあげ、磁気ディスク装置を高記録密度にすること。

【解決手段】 記録及び再生素子を有する素子部4とスライダ本体2とからなるスライダと、前記スライダを保持するヘッド支持機構と、前記ヘッド支持機構を駆動制御するインライン型のロータリーアクチュエータと、から構成される磁気ディスク装置であって、前記素子部4は前記スライダ本体2に対して変位する構造を有し、前記変位は、磁気ディスクの情報記録領域全域に亘って前記記録及び再生素子の幅方向と磁気ディスクの径方向が略一致するような揺動角度を確保する手段5a、5bによってなされるとともに、前記素子部4を前記記録及び再生素子の幅方向に水平移動を確保する手段22によってなされるものである。

(図4) 本発明の第2の実施形態を示したスライダの斜視図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録及び再生素子を有する素子部とスライダ本体とからなるスライダと、前記スライダを保持するヘッド支持機構と、前記ヘッド支持機構を駆動制御するインライン型のロータリーアクチュエータと、から構成される磁気ディスク装置であって、前記素子部は前記スライダ本体に対して変位する構造を有し、前記変位は、磁気ディスクの情報記録領域全域に亘って前記記録及び再生素子の幅方向と磁気ディスクの径方向が略一致するような揺動角度を確保することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 記録及び再生素子を有する素子部とスライダ本体とからなるスライダと、前記スライダを保持するヘッド支持機構と、前記ヘッド支持機構を駆動制御するインライン型のロータリーアクチュエータと、から構成される磁気ディスク装置であって、前記素子部は前記スライダ本体に対して変位する構造を有し、前記変位は、磁気ディスクの情報記録領域全域に亘って前記記録及び再生素子の幅方向と磁気ディスクの径方向が略一致するような揺動角度を確保するとともに、前記素子部を前記記録及び再生素子の幅方向に水平移動を確保することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項3】 請求項1または2において、前記記録及び再生素子を中央部に配する素子部の両端側に、形状記憶アクチュエータまたはピエゾ圧電素子を設けて、前記素子部の揺動角度を確保することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項4】 請求項2において、前記素子部の変位のための歯型型静電アクチュエータを設けて、前記素子部の前記水平移動を確保することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項5】 請求項1または2において、前記素子部の端部を前記スライダ本体に対して結合して回転自在とし、前記素子部の前記記録及び再生素子と前記結合部との間に、形状記憶アクチュエータまたはピエゾ圧電素子を設けて、前記素子部の揺動角度を確保することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項6】 請求項1または2において、下部電極を前記スライダ本体に固定した平行平板型静電アクチュエータの上部電極の支点を介して反対側に前記素子部を設けて、前記素子部の揺動角度を確保することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項7】 請求項1または2において、静電ワブルモータの固定子電極を前記スライダ本体に設け、前記素子部を静電ワブルモータの回転子に設けて、前記素子部の揺動角度を確保することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項8】 記録及び再生素子を有する素子部とス

イダ本体とからなるスライダであって、

前記素子部は前記スライダ本体に対して変位する構造を有し、

前記変位は、磁気ディスクの情報記録領域全域に亘って前記記録及び再生素子の幅方向と磁気ディスクの径方向が略一致するような揺動角度を確保することを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【請求項9】 記録及び再生素子を有する素子部とスライダ本体とからなるスライダであって、

前記素子部は前記スライダ本体に対して変位する構造を有し、

前記変位は、磁気ディスクの情報記録領域全域に亘って前記記録及び再生素子の幅方向と磁気ディスクの径方向が略一致するような揺動角度を確保するとともに、前記素子部を前記記録及び再生素子の幅方向に水平移動を確保することを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【請求項10】 請求項1または2において、前記記録素子と前記再生素子を各々独立して設置したスライダである場合、ヨー角の大小に関わらず磁気ディスクの情報記録領域全域に亘って、前記記録素子と再生素子が同一円周上に位置決めされるように制御されることを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ディスク装置に適用される磁気ヘッドに関わり、特に磁気ディスク装置の高記録密度化を実現するのに最適なヘッドの構造に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、磁気ディスク装置に適用される磁気ヘッドは、一般にスライダと呼ばれる部位に形成され、磁気ディスク装置は、磁気ディスク上に記録されているサーボ情報を利用し、スライダ上に形成された磁気ヘッドを磁気ディスク上の任意の位置に位置付ける制御を行う。

【0003】上記のように用いられる磁気ヘッドは、小型化が進み、薄膜で形成されているものもある。薄膜で形成された磁気ヘッドは、大きく二つのタイプがあり、記録及び再生兼用の素子からなる磁気ヘッドと、記録素子と再生素子が独立して形成された複合型磁気ヘッドがある。これらの薄膜磁気ヘッドは、通常、基材となり、かつ、ヘッド支持機構に保持されるスライダ本体に形成されている。

【0004】磁気ヘッドを搭載するスライダは、磁気ディスク装置内に設けられたアクチュエータにヘッド支持機構を介して固定され、そのアクチュエータを制御することによって、磁気ディスク上の任意の位置に位置付けられており、将来の高記録密度化に対し、磁気ヘッドの高精度な位置決め技術について種々の提案がなされている。

【0005】日本応用磁気学会誌第18巻4号(1994)、867頁、Fig. 8には、ヘッドスライダが固定されるヘッド支持機構がアクチュエータに対して揺動する構造が記載されている。この論文では、記録密度を上げるために、磁気ディスク装置のトラック密度の向上に対して着目しており、Fig. 8ではヘッドスライダが固定されているヘッド支持機構のアクチュエータとの固定部であるヘッドマウントブロックの回転中心をはさんで一對のプレーナ型ビエゾ素子を組み込み、それらを差動させることによりヘッド支持機構を微小に揺動させ、ヘッド支持機構の先端に固定されたヘッドスライダ及びヘッド素子を微小変位させることができるようにしたものである。

【0006】この論文ではアクチュエータの位置決めとヘッド支持機構の微小な揺動によるヘッドスライダ及びヘッド素子の微小な位置決めを連動して行うことにより、ヘッド素子のトラック方向の位置決め精度が向上し、トラック密度を高くできると記載されている。同様に、ヘッド素子の微小な位置決めを行う他の手段を設け、やはり、アクチュエータと連動して位置決めすることによりヘッド素子のトラック方向の位置決め精度が向上し、トラック密度を高くできた例が数件記載されている。

【0007】また、Journal of The Magnetic Society of Japan Vol. 18, Supplement, No. S1 (1994)、36頁、Figure 5には、ヘッドスライダとヘッド支持機構の間にビギンバックと呼ばれるヘッドスライダがヘッド支持機構に対して揺動する構造が記載されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記文献では、磁気ディスク装置のアクチュエータに対し、記録及び再生素子を搭載するスライダが揺動運動を行うが、その角度は第一の公知例においてはヘッドマウントブロックの大きさは一般に5mm角で、ヘッドの変位ストロークが8倍に拡大されて4.6μmなので、揺動角度は1度にも満たない。第2の公知例においても長さ2mmのスライダの位置決めストロークが200マイクロインチなので、やはり揺動角度は1度にも満たない。

【0009】ところで、ヘッドスライダの長手方向とヘッドスライダを支持機構およびそれを固定するアクチュエータのヘッドアームの長手方向が一致し、その軸線上のある点を中心に揺動運動を行うインライントイプのロータリーアクチュエータを具備した磁気ディスク装置においては、ヘッドスライダの円板上の半径位置によって、円板に同心円状に設けられているトラックとヘッドスライダとのなす角度が異なってしまう。トラックとヘッドスライダとのなす角度をヨー角という。一般的にヨー角の範囲は20度程度である。

【0010】上記のヨー角により様々な問題点が発生する。

【0011】第1の問題点は実効的なトラック幅の幾何学的な減少である。円板上のある位置において、記録素子位置におけるヨー角を θ とする。記録素子の幅を w とすると、その円板上の位置で円板の径方向に記録されるトラック幅は、 $w \cdot \cos \theta$ となり記録素子の幅 w より小さくなり、再生出力が小さくなるという問題点である。例えば、ヨー角が20度ついた場合、実効的なトラック幅はヨー角がつかない場合の94%になってしまう。

【0012】第2の問題点は円板の磁化の方向と素子とに角度が付くことである。一般に円板は円周方向に磁化されるよう配向されていることが多い。第1の問題点と同じ角度 θ について考えると、記録時は記録素子からの磁束の $\cos \theta$ 分の磁束で円板が磁化され、再生時は円板からの磁束の $\cos \theta$ 分の磁束を再生素子で検出することになり、円板の磁化の方向と素子とに角度が付くことにより再生出力が小さくなるという問題点である。

【0013】例えば、ヨー角が20度ついた場合、ヨー角がつかない場合に比べ、実効的なトラック幅が94%になってしまうのに加え、記録時の効率が94%、さらに再生時の効率が94%になってしまい、総合的には効率が83%になってしまう。

【0014】第1、第2の問題点は記録及び再生兼用の素子からなる磁気ヘッドと、記録素子と再生素子が独立して形成された複合型磁気ヘッドの両方における問題点であるが、第3の問題点は複合型磁気ヘッドに関わるものである。記録素子と再生素子が独立して形成された複合型磁気ヘッドの場合、ヨー角により、記録素子と再生素子のディスク上の半径位置が微小にずれて位置決めされてしまう。そのため、再生素子を用いて読みだしたサーボ情報を使用して位置決めを行う際、記録時は目標位置を再生時とずらす必要が生じる。

【0015】例えば、ヘッド支持機構に沿った同一直線上に記録素子と再生素子が3μmの距離をもって配されたスライダでヨー角が20度ついた場合、記録素子と再生素子の円板の径方向の位置ずれ距離は1μmにもなってしまう。1μmという数値は25kTPIの磁気ディスク装置の場合の1トラック分に匹敵する。この場合、記録時と再生時に異なったトラックにヘッドを位置決めしなければいけないことを意味し、記録時には記録したいトラックに隣接するトラックのサーボ情報を用いヘッドの位置決めを行うため、位置決め制御の方式が複雑になるばかりか、通常の位置決め誤差に隣接トラック間距離の誤差が加わり、ヘッドの位置決め精度が著しく劣化する。

【0016】

【課題を解決するための手段】ヘッドスライダの記録及び再生素子を保持する部位をヘッドスライダのヘッド支

10

20

30

40

50

持機構に保持される部位に対して揺動運動させる手段を設け、素子の円板上での位置に関わらず、記録及び再生素子の幅方向と円板の径方向がほぼ一致するようにヘッドスライダの記録及び再生素子を保持する部位の角度を決定する。

【0017】また更に、ヘッドスライダの記録及び再生素子を保持する部位を記録及び再生素子の幅方向に微動させる手段を設け、ヘッドスライダがヘッド支持機構を介し固定されている磁気ディスク装置のアクチュエータの位置決め動作と連動して記録及び再生素子の位置を決定する。

【0018】以上のような手段を採用することにより、本発明は次のような機能を達成することができる。

【0019】記録及び再生素子の円板上での位置に関わらず、素子の幅方向と円板の径方向がほぼ一致するので、ヨー角によって発生する前述の、実効的なトラック幅の減少、円板の磁化方向と素子のなす角度の問題点、複合型磁気ヘッドの記録素子と再生素子のトラック方向の位置ずれ等の問題点が発生しない。

【0020】また更に、記録及び再生素子の素子幅方向の微小な位置決めが磁気ディスク装置のアクチュエータの位置決め動作と連動して行われるので、第一の公知例に記載のごとくヘッド素子のトラック方向の位置決め精度が向上し、トラック密度を高くできる。

【0021】また、前記記録素子と前記再生素子を各々独立して設置したスライダである場合、ヨー角の大小に関わらず磁気ディスクの情報記録領域全域に亘って、前記記録素子と再生素子が同一円周上に位置決めされるように制御できる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

【0023】ここにおいて、1はスライダ、2はスライダ本体、3は記録及び再生素子、4は素子部、5は形状記憶アクチュエータ、6は中心部、7はMPU、8は目標速度、9は円板、10はサーボ情報、11は変換器、12はヘッド速度、13は目標速度とヘッド速度の差、14はVCM制御器、15はアンプ、16は磁気ディスク装置のアクチュエータ、17はVCM、18は形状記憶アクチュエータの制御信号、19は揺動アクチュエータの制御器、20はアンプ、21はプレート、22は微動アクチュエータ、23は電極、24は積層型ピエゾ圧電素子、25はスライダ本体と素子部との結合部、26は上部電極、27は下部電極、28は平行平板型静電アクチュエータ、29は支点、30は縦歯型静電アクチュエータ、31は上部歯、32は下部歯、33は回転子、34は電極、35は回転ピンである。

【0024】図1は本発明を実施形態を示したスライダ1の斜視図、図2は図1のA-A断面図である。

【0025】スライダ1はヘッド支持機構に保持される

スライダ本体2と記録及び再生素子3を保持する素子部4とにより構成され、素子部4はスライダ1の幅方向の両端でスパッタや電子ビーム蒸着により形成することのできるTiNiベースの薄膜合金による形状記憶アクチュエータ5により保持されていると同時にスライダ1の幅方向の中心部6で支持されている。

【0026】形状記憶アクチュエータ5は、加熱によりスライダ本体2に沿って平坦になるよう形状が記憶されている。図2において素子部4を右回りに回転させる場合、形状記憶アクチュエータ5bを加熱する。そうすると、形状記憶アクチュエータ5bは平坦になろうと動作し、素子部4の右端に下向きの力が加わる。形状記憶合金は、加熱され形状が回復したときの剛性が加熱されず変形させられているときの剛性に比べ大きいので、形状記憶アクチュエータ5aは引っ張って伸ばされる。

【0027】その結果、素子部4は右回りに回転し、形状記憶アクチュエータ5bの引っ張る力と5bの力と形状記憶アクチュエータ5aが引っ張られて発生するばね力の釣り合う位置に位置決めされる。素子部4を左回りに回転させる場合は形状記憶アクチュエータ5a、5bの役割が逆になる。加熱の方法としては形状記憶アクチュエータ5に直接電流を流せばよい。また、形状記憶アクチュエータ5の付近にヒータを設け、形状記憶アクチュエータ5を加熱してもよい。

【0028】また、前述の動作説明では2つの形状記憶アクチュエータ5の片方の形状回復力と、片方のばね力とにより素子部4の位置決めを行っていたが、両方の形状回復力の差によって位置決めを行ってもよい。すなわち、図2において素子部4を右方向に回転させたい場合、形状記憶アクチュエータ5a、5bとも加熱する

が、形状記憶アクチュエータ5bの回復力を形状記憶アクチュエータ5aの回復力より大きくすればよい。

【0029】加熱の方法として形状記憶アクチュエータ5に直接電流を流す場合、形状記憶アクチュエータ5bの回復力を形状記憶アクチュエータ5aの回復力より大きくするためには、形状記憶アクチュエータ5bに流す電流を形状記憶アクチュエータ5aに流す電流より大きくするほか、形状記憶アクチュエータ5a、5bともに同じ大きさの電流を形状記憶アクチュエータ5が機械的に追従できる周波数以上の周波数で断続的に流し、そのデューティ比により制御してもよい。

【0030】本実施形態では形状記憶アクチュエータ5により素子部4を駆動しているが、本実施形態と同じ構成で形状記憶アクチュエータ5の代わりにバイメタル型の熱アクチュエータを用いても同じ動作を行うことができる。また、バイモルフ又はユニモルフ型の圧電アクチュエータを使用してもよい。圧電アクチュエータを用いる場合は熱の代わりに電圧によりアクチュエータが動作するので、電圧の制御を行う。

【0031】図3は本実施形態のスライダ1の磁気ディ

スク装置内での制御方法を示したブロック図の一例である。磁気ディスク装置のヘッド位置決め制御は例えば小野他著「記憶と記録」オーム社(1995)、63頁、図31記載の様に、記録及び再生素子3がトラックからトラックに移動する時に適用されるアクセス系と1つのトラックに追従する位置決め追従系があるが、図3はアクセス系について説明したものである。形状記憶アクチュエータ5a、5bの両方に電流を流し、双方の形状回復力の差によって回転運動が発生し位置決めが行われる場合について説明する。

【0032】記録及び再生素子3があるトラックから他のトラックに移動する時、MPU7は形状記憶アクチュエータ5によってなされる回転運動により発生する記録及び再生素子3のトラック方向の変位速度を考慮に入れた目標速度8を出力する。記録及び再生素子3は円板9上のサーボ情報10を読み取り、変換器11によりヘッド速度12が求まる。目標速度8とヘッド速度12の差13はVCM制御器14に入力され、目標速度8とヘッド速度12の差13が0になるよう制御されるVCM制御器14の出力電流はアンプ15を介し、磁気ディスク装置のアクチュエータ16の駆動源であるVCM17に入力される。記録素子と再生素子を別々に具備する複合型ヘッドの場合、サーボ情報10は再生素子によって読み取られる。

【0033】MPU7は目標速度8を出力すると同時に、記録及び再生素子3の幅方向が円板9の径方向が目標トラックで一致するよう、形状記憶アクチュエータ5a、5bの制御信号18を出力する。形状記憶アクチュエータ5a、5bの制御信号18は円板9上スライダ1の位置により、スライダ本体2とトラックのなす角が定まるため、目標トラックへの移動前及び移動後のスライダ本体2に対する素子部4の角度が一意的に求まるため、制御量を計算、または、あらかじめ計算して作成しておいたテーブルを参照することにより求め、出力される。

【0034】制御信号18は揺動アクチュエータの制御器19に入力され、揺動アクチュエータの制御器19の出力電流はアンプ20を介し形状記憶アクチュエータ5a、5bに入力され、形状記憶アクチュエータ5a、5bが動作し記録及び再生素子3の幅方向が円板9の径方向が目標トラックで一致する。

【0035】記録及び再生素子3がトラックに追従する位置決め系においては、磁気ディスク装置のアクチュエータ16の制御は前記小野他著「記憶と記録」の図31の通りであるので省略するが、形状記憶アクチュエータ5a、5bの制御は図3においてそのトラックにおける記録及び再生素子3の幅方向が円板9の径方向が目標トラックで一致するよう、形状記憶アクチュエータ5a、5bの制御信号18がMPU7より出力され制御される。

【0036】本実施形態によれば、記録及び再生素子3の円板9上での位置に関わらず、記録及び再生素子3の幅方向と円板9の径方向がほぼ一致するので、ヨー角によって発生する前述の、実効的なトラック幅の減少、円板9の磁化方向と記録及び再生素子3のなす角度の問題点が発生せず、円板9の周方向の記録密度を高くすることができるという効果がある。

【0037】さらに、本実施形態を複合型磁気ヘッドに適用した場合、記録素子と再生素子のトラック方向の位置ずれの問題点が発生しないため、トラックの幅を小さくし、トラック方向の記録密度を高くすることができるという効果もある。

【0038】第2の実施形態を図面を用いて説明する。図4は本発明の第2の実施形態を示したスライダ1の斜視図である。先の実施形態の素子部4の代わりにプレート21を設け、プレート21の上に記録及び再生素子3の幅方向に水平運動をする微動アクチュエータ22、その上に記録及び再生素子3を保持する素子部4を設けたものである。

【0039】微動アクチュエータ22には櫛歯型静電アクチュエータを用いている。素子部4を電氣的グラウンドに落しておき、微動アクチュエータ22の右側の電極23aに電圧を印加すると素子部4との間に静電力が働き、素子部4は右側に動く。逆に、微動アクチュエータ22の右側の電極23bに電圧を印加すると素子部4との間に静電力が働き、素子部4は左側に動く。

【0040】前記微動アクチュエータ22と磁気ディスク装置のアクチュエータ16とにより2段アクチュエータを構成することができる。2段アクチュエータを構成することにより第1の公知例の文献に記載されているようトラックの高密度化を図ることができる。加えて、第1の実施形態と同様の効果もある。本実施形態によれば、微動アクチュエータ22により微細なトラッキング制御が可能であり、形状記憶アクチュエータ5によりヨー角制御が可能となるのである。

【0041】第3の実施形態を図面を用いて説明する。図5は本発明の第3の実施形態を示したスライダ1の斜視図である。第1の実施形態の形状記憶アクチュエータ5の代わりに積層型ピエゾ圧電素子24を素子部4の両端に配したものである。一般に縦型歪効果を用いるピエゾ圧電素子は積層型に限らずに大きな変位を得るためには圧電素子の長さを長くする必要があるが、本実施形態ではスライダ本体2の一部をくりぬき積層型ピエゾ圧電素子24を埋め込むことにより長さを確保している。本実施形態においても第1の実施形態と同様の効果がある。

【0042】さらに、一般に縦型歪効果を用いるピエゾ圧電素子は形状記憶効果、バメタル効果、モルフ型のピエゾ圧電素子などに比べ応答速度が速いので、第1の実施形態に比べ速い応答速度を得ることができる。本実施

形態における積層型ピエゾ圧電素子24の代りにブレナ型のピエゾ圧電素子を用いても同様の効果を得ることができる。さらに、前記圧電素子24を素子部4の中心部に寄せて配置することにより、前記圧電素子の小さな変位でも大きな揺動角を得ることができる。

【0043】第4の実施形態を図面を用いて説明する。図6は本発明の第4の実施形態を示したスライダ1の素子部4付近の斜視図である。スライダ本体2と素子部4との結合部25がスライダ1の幅方向の片端に配され、記録及び再生素子3との間に積層型ピエゾ圧電素子24が配されている。第3の実施形態と同様に、スライダ本体2の一部をくりぬき積層型ピエゾ圧電素子24を埋め込むことにより積層型ピエゾ圧電素子24の長さを確保している。

【0044】本実施形態においても第3の実施形態と同様の効果がある。さらに支点となるスライダ本体2と素子部4との結合部25と動作点になる記録及び再生素子3の間に作用点である積層型ピエゾ圧電素子24が配されているので、第3の実施形態に比べ積層型ピエゾ圧電素子24の変位が小さくて済み、積層型ピエゾ圧電素子24を短くできる。

【0045】さらに積層型ピエゾ圧電素子24の個数が1個なので、配線が容易であり、スライダ本体2の溝加工も1ヶ所よく、積層型ピエゾ圧電素子24の材料費も半分で済むので、第3の実施形態と同様の効果を安価に実現できる。以上の効果は、第3の実施形態と同様に積層型ピエゾ圧電素子24の代りにブレナ型のピエゾ圧電素子を用いても得ることができる。さらに、前記圧電素子24に代えて渦巻型の形状記憶素子を用いることもできる。

【0046】第5の実施形態を図面を用いて説明する。図7は本発明の第5の実施形態を示したスライダ1の素子部4付近の斜視図である。図7には駆動電源も模式的に記してある。スライダ本体2の幅方向の片端に、わずかなすきまを保った平行な上部電極26と下部電極27とにより構成される平行平板型静電アクチュエータ28を配している。図中で破線で示した下部電極27はスライダ本体2に固定されており、上部電極26は支点29を介し素子部4と結合している。支点29の下面の1ヶ所以上は、少なくとも平行平板型静電アクチュエータ28に電圧が加えられている間はスライダ本体2と接している構造となっている。

【0047】平行平板型静電アクチュエータ28に電圧を加えると、上部電極26は下部電極27に静電気力により引き付けられる。その結果、支点29を中心にして素子部4は左回りに回転する。上部電極26の変位は加える電圧によって制御でき、素子部4を揺動運動させることができる。本実施形態によると、第1の実施形態と同様の効果がある。

【0048】第6の実施形態を図面を用いて説明する。

図8は本発明の第6の実施形態を示したスライダ1の素子部4付近の斜視図である。図8には駆動電源も模式的に記してある。スライダ本体2と素子部4との結合部25がスライダ1の幅方向の片端に配され、もう一方の端に縦櫛歯型静電アクチュエータ30が配され、その間に記録及び再生素子3が配されている。縦櫛歯型静電アクチュエータ30は第2の実施形態の微動アクチュエータ22に用いた櫛歯型静電アクチュエータと動作原理は同じで、縦方向に動作するものである。

【0049】すなわち、素子部4に固定され図中で破線で示した上部櫛歯31とスライダ本体2に固定された下部櫛歯32の間に電圧を印加すると上部櫛歯31が下部櫛歯32に引き付けられる。スライダ本体2と素子部4との結合部25はヒンジ構造となっており、上部櫛歯31が下部櫛歯32に引き付けられるとスライダ本体2と素子部4との結合部25を中心に素子部4は右回りに回転運動をする。上部櫛歯31の変位は加える電圧によって制御でき、素子部4を揺動運動させることができる。

【0050】本実施形態によると第1、第5の実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、作用点である縦櫛歯型静電アクチュエータ30と動作点である記録及び再生素子3は支点であるスライダ本体2と素子部4との結合部25を支点に対して同一側にあるので、縦櫛歯型静電アクチュエータ30と記録及び再生素子3は同相の回転運動を行う。そのため、回転に伴う力によって支点であるスライダ本体2と素子部4との結合部25がスライダ本体2に対して並進力を受けても、その影響は記録及び再生素子3の角度の位置決めには影響を与えず、第5の実施形態に比べ高精度な角度の位置決めを行うことができるという効果もある。

【0051】第7の実施形態を図面を用いて説明する。図9は本発明の第7の実施形態を示したスライダ1の斜視図である。図10は図9のA-A断面図である。図9には駆動電源も模式的に記してある。記録及び再生素子3は回転子33、電極34からなる静電ワブルモータの回転子33に端面を設け、配されている。回転子33は回転ピン35で保持されており、回転ピン35は少なくとも一端がスライダ本体2に保持されている。

【0052】一般に静電ワブルモータは回転子33を電氣的グラウンドに落とし、複数の電極34に順次電圧を加えることにより、回転子33が電極34に静電引力で吸いつけられ回転していく。または、回転子33を電氣的グラウンドに落とす代わりに回転子33と電極34の間に電圧を加え、電圧を加える電極34を順次切り替えていく方式がとられる。本実施形態においては電圧を加える電極34を切り替えるのではなく、電極34の各電極の電圧を制御することにより、静電引力が釣合う位置に回転子33の角度を位置決めする。従って、記録及び再生素子3を揺動運動させることができる。

【0053】本実施形態によると第1、第5の実施形態

と同様の効果がある。さらに、第1から第6の実施形態にくらべ、大きな揺動角度を得ることができるという効果もある。

【0054】また、上述した第3から第7の実施形態において、素子部4または回転子33に微動アクチュエータ22を設け、その上に記録及び再生素子3を配し、微動アクチュエータ22と磁気ディスク装置のアクチュエータ16とにより2段アクチュエータを構成することにより、第2の実施形態と同様の効果を得ることもできる。

【0055】なお、以上の全ての実施形態において回転をするアクチュエータの揺動範囲を30度程度に設計することが可能である。インライン型ロータリータイプの磁気ディスク装置のヨー角の範囲は一般に20度程度であるので、前述の実施形態の効果は磁気ディスク装置の記録領域全域においてカバーするものである。

【0056】

【発明の効果】本発明によると、記録及び再生素子3の幅方向と円板9の径方向を一致させることができるので、ヨー角による実効的なトラック幅の幾何学的減少、円板9の磁化の向きと記録及び再生素子3のなす角度による問題点、複合型ヘッドにおける記録素子と再生素子のトラック方向のずれが解決でき、磁気ディスク装置の記録密度を向上できるという効果がある。

【0057】さらに、磁気ディスク装置のアクチュエータ16と微動アクチュエータ22により2段アクチュエータを構成できるので、記録及び再生素子3のトラック方向の位置決め精度が向上し、磁気ディスク装置のトラック方向の記録密度をより一層向上できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示したスライダの斜視図である。

【図2】図1のA-A断面図である。

【図3】スライダの磁気ディスク装置内における制御方法を示したブロック図の一例である。

【図4】本発明の第2の実施形態を示したスライダの斜視図である。

【図5】本発明の第3の実施形態を示したスライダの斜視図である。

【図6】本発明の第4の実施形態を示したスライダの素子部付近の斜視図である。

【図7】本発明の第5の実施形態を示したスライダの素

子部付近の斜視図である。

【図8】本発明の第6の実施形態を示したスライダの素子部付近の斜視図である。

【図9】本発明の第7の実施形態を示したスライダの斜視図である。

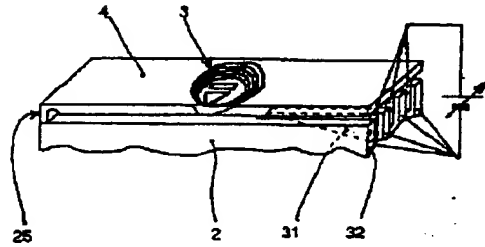
【図10】図9のA-A断面図である。

【符号の説明】

- | | | |
|----|----|------------------|
| | 1 | スライダ |
| | 2 | スライダ本体 |
| 10 | 3 | 記録及び再生素子 |
| | 4 | 素子部 |
| | 5 | 形状記憶アクチュエータ |
| | 6 | 中心部 |
| | 7 | MPU |
| | 8 | 目標速度 |
| | 9 | 円板 |
| | 10 | サーボ情報 |
| | 11 | 変換器 |
| | 12 | ヘッド速度 |
| 20 | 13 | 目標速度とヘッド速度の差 |
| | 14 | VCM制御器 |
| | 15 | アンプ |
| | 16 | 磁気ディスク装置のアクチュエータ |
| | 17 | VCM |
| | 18 | 形状記憶アクチュエータの制御信号 |
| | 19 | 揺動アクチュエータの制御器 |
| | 20 | アンプ |
| | 21 | プレート |
| | 22 | 微動アクチュエータ |
| 30 | 23 | 電極 |
| | 24 | 積層型ピエゾ圧電素子 |
| | 25 | スライダ本体と素子部との結合部 |
| | 26 | 上部電極 |
| | 27 | 下部電極 |
| | 28 | 平行平板型静電アクチュエータ |
| | 29 | 支点 |
| | 30 | 縦櫛歯型静電アクチュエータ |
| | 31 | 上部櫛歯 |
| | 32 | 下部櫛歯 |
| 40 | 33 | 回転子 |
| | 34 | 電極 |
| | 35 | 回転ピン |

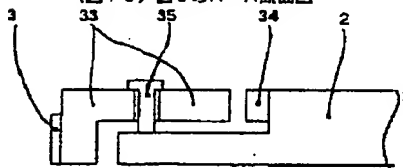
【図8】

(図8) 本発明の第8の実施形態を示したスライドの厚手部分の斜視図



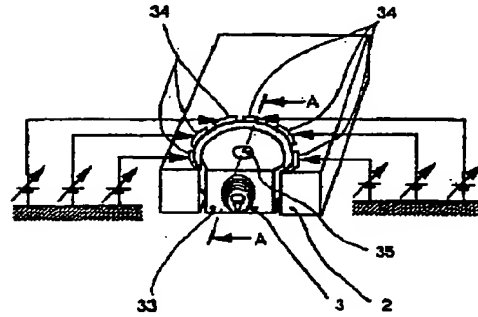
【図10】

(図10) 図8のA-A断面図



【図9】

(図9) 本発明の第7の実施形態を示したスライドの斜視図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.